



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ENFERMERÍA

**“APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN
PANORÁMICA”**

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Enfermería

Modalidad: Artículo Científico

Autora: Ochoa Galarza, Katherine Yolanda

Tutor: Lic. Mg. Moyano Calero, Willian Eudrillir

Ambato – Ecuador

Mayo, 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Artículo Científico sobre el tema:

“APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN PANORÁMICA” desarrollado por Ochoa Galarza Katherine Yolanda, estudiante de la Carrera de Enfermería, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Mayo del 2023

EL TUTOR

Moyano Calero, Willian Eudrillir

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión “**APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN PANORÁMICA**”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos

Ambato, Mayo del 2023

LA AUTORA

Ochoa Galarza, Katherine Yolanda

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Lic. Mg. Moyano Calero, William Eudrillir con CC: 1801960871 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN PANORÁMICA”**, Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Mayo del 2023

.....
Moyano Calero, Willian Eudrillir
1801960871

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Ochoa Galarza, Katherine Yolanda con CC: 1804908059 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN PANORÁMICA”**, Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Mayo del 2023

.....
Ochoa Galarza, Katherine Yolanda

C.C1804908059

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador, aprueban en el informe del Proyecto de Investigación: “**APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN PANORÁMICA**”, de Ochoa Galarza, Katherine Yolanda estudiante de la Carrera de Enfermería.

Ambato, Mayo del 2023

Parar su constancia firma

.....
Presidente

.....
1er Vocal

.....
2 do Vocal

SCT

SALUD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 23 de diciembre de 2022

De mi mayor consideración:

Por medio de la presente, se certifica la aceptación luego de la revisión por pares del artículo científico "*Aplicaciones de la espirulina - planta marina: revisión panorámica*" de los autores Katherine Ochoa Galarza y Willian Moyano Calero, en la revista *Salud, Ciencia y Tecnología*.

El artículo se encuentra publicado en el sitio web de la revista con el siguiente identificador persistente: <https://doi.org/10.56294/saludcyt2022174>

Cuando la maqueta del artículo se encuentre disponible en el sitio de la revista usted podrá compartir libremente el PDF en sus redes sociales científicas, blogs y/o repositorios institucionales, dado que el artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0.

La revista *Salud, Ciencia y Tecnología* es una revista científica, indexada en Scopus y CAB Abstracts, revisada por pares, con sistema de revisión a doble ciego. Su finalidad es promover la difusión de las publicaciones científicas derivadas de investigaciones nacionales o extranjeros.

Sin otro particular, en nombre de los editores de la revista le saludamos cordialmente y les enviamos nuestra felicitación por este logro académico.



SCT
SALUD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA
COMITÉ EDITORIAL

Prof. Dr. Javier González Argote

Editor Jefe - Revista *Salud, Ciencia y Tecnología*

<https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0257-1176>

Revista
indexada en:



Scopus



CAB ABSTRACTS



Crossref

DEDICATORIA

El presente Artículo de Revisión lo dedico a mi madre Yolanda Galarza, por ser mi inspiración y la fuerza para seguir superándome día a día a quien va dedicado todo mi esfuerzo y sacrificio para llegar a esta meta importante en mi vida.

A mis hermanos, por apoyarme y ser los promotores para iniciar mi carrera, a mi madrecita quien ha sido el pilar fundamental en mi vida por estar siempre a mi lado en toda circunstancia, por su amor, dedicación, por motivarme y apoyarme de forma incondicional hasta el final y poder culminar este logro, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y poder seguir cumpliendo mis metas.

Katherine Ochoa

AGRADECIMIENTO

Le agradezco primero a Dios por bendecirme en cada situación durante este camino de formación profesional, a mi familia en Ecuador por su apoyo incondicional, por siempre creer en mí por siempre apoyarme y extender su mano en cada momento de mi vida. A mi tutor el Lic. William Moyano por su gran apoyo y estar pendiente siempre para lograr el desarrollo de este trabajo con éxito. A mis profesores que siempre estuvieron para darme un consejo y brindándome sus conocimientos y su amistad, a mi Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas y permitirme formarme en ella. Muchas gracias.

Katherine Ochoa

“APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN PANORÁMICA”

RESUMEN

La espirulina es un alga marina de color azul verdoso, la tonalidad verde es por la clorofila y la tonalidad azulada es por la ficocianina. La espirulina al tener un elevado nivel proteico ha sido utilizada con fines médicos, en este trabajo se tiene como objetivo revisar las aplicaciones medicinales, nutricionales e industriales que ha llegado a alcanzar esta alga marina. En el presente trabajo se realizó una revisión sistemática de artículos y publicaciones de carácter científico, relacionadas con las aplicaciones de la espirulina, para la obtención de información se revisaron varias bases de datos, encontrando 532 artículos, de los cuales por medio de criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 35 artículos para el análisis según tres lineamientos de búsqueda: aplicaciones en el área de la salud, la alimentación y la industria. En los artículos revisados se evidencio varias aplicaciones en el ámbito de la salud, tratamientos que han sido un logro y otros tratamientos que están a prueba, los beneficios de la espirulina se han ido incrementando en ciertos alimentos llamativos para las personas, siendo primordial en la producción. La espirulina en el marco de la salud demostró ser de enorme utilidad, combatiendo los inconvenientes cardiovasculares, dislipidemias, es un antioxidante que ayuda a la regeneración de las fibras musculares en deportistas, optimización el sistema inmunológico. Esta alga marina poco conocida a nivel local ha sido de gran impacto a nivel internacional, ha ayudado a combatir un sin números de patologías, por lo que se busca incrementar su producción.

PALABRAS CLAVES: ESPIRULINA, SALUD, NUTRICIONALES, FARMACOLÓGICA, ANTIOXIDANTE, PRODUCCIÓN.

“APLICACIONES DE LA ESPIRULINA-PLANTA MARINA: REVISIÓN PANORÁMICA”

ABSTRACT

Spirulina is a blue-green seaweed, the green hue is from chlorophyll and the bluish hue is from phycocyanin. Spirulina, having a high protein level, has been used for medical purposes, in this work the objective is to review the medicinal, nutritional and industrial applications that this seaweed has reached. In the present work, a systematic review of articles and publications of a scientific nature, related to the applications of spirulina, was carried out, to obtain information, several databases were reviewed, finding 532 articles, of which by means of inclusion criteria and exclusion, 35 articles were selected for analysis according to three search guidelines: applications in the area of health, food, and industry. In the articles reviewed, several applications in the field of health were evidenced, treatments that have been an achievement and other treatments that are being tested, the benefits of spirulina have been increasing in certain striking foods for people, being essential in the production. Spirulina in the context of health proved to be extremely useful, fighting cardiovascular problems, dyslipidemia, it is an antioxidant that helps the regeneration of muscle fibers in athletes, optimization of the immune system. This little-known seaweed at the local level has had a great impact at the international level, it has helped to combat a number of pathologies, which is why it seeks to increase its production.

KEYWORDS: SPIRULINA, HEALTH, NUTRITIONAL, PHARMACOLOGICAL, ANTIOXIDANT, PRODUCTION.

INTRODUCCIÓN

La espirulina es un alga marina de color verde-azulado, pertenece a la familia de la *Arthrospira*, es una cianobacteria, cultivada en algunos países, utilizada con fines alimenticios y farmacológicos. A nivel experimental se ha comprobado su efectividad en el tratamiento de diferentes tipos de enfermedades como: alergias, cáncer, hepatotoxicidad, enfermedades virales, cardiovasculares e inmunodeficiencia (1)

Según la OMS, la Espirulina es una microalga que tiene un elevado contenido proteico, el triple de un filete de pollo, por ello, considerado un superalimento, por medio de varios estudios científicos se muestra que pueden mejorar la salud. Contiene vitaminas de complejo B, hierro y antioxidantes que favorecen un sistema inmunológico elevado. La anemia es otro de los males que aliviaría el alga. Concretamente, la que se debe a una reducción de la hemoglobina o de los glóbulos rojos de la sangre. Los suplementos del alga verde aumentan la producción de estos y de anticuerpos, lo que puede combatir infecciones o enfermedades crónicas, porque mejora la función inmune (2).

A nivel laboral, es importante que el personal de enfermería conozca sobre el uso y las técnicas al aplicar los tratamientos a base de espirulina a los pacientes. Uno de los aspectos más destacados que se encuentra en la espirulina es que logra regular los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, por lo que, también es útil en pacientes que presentan diabetes y sobrepeso (3).

La importancia de utilizar la espirulina, es la disminución de riesgos o efectos secundarios en la salud de las personas al ser un componente orgánico, ha sido aceptada para el consumo humano, utilizada en el campo de la salud, dando grandes resultados por su riqueza nutrimental, tanto en compuestos bioactivos como ficocianina, tocoferol, β -caroteno, ácidos cafeicos y clorogénico, han sido propuestos para el tratamiento complementario en enfermedades como diabetes, dislipidemia, ulcera, infecciones recurrentes, incluso en la ganancia de masa muscular en atletas y en la actualidad se utiliza para los pacientes COVID (4).

Este trabajo de investigación es de gran importancia porque analiza y determina las propiedades de una planta con fines en el área de la salud, para tratar todo tipo de enfermedades, en la actualidad, es útil para tratar el covid-19, cuya patología ha sido el causante de varias muertes a nivel mundial (5)

MÉTODOS

Tipo de estudio: se realizó una revisión panorámica, en el periodo comprendido entre abril - septiembre 2022; el enfoque del estudio fue cualitativo, de diseño no experimental y alcance descriptivo.

Técnica: para la recolección de información se utilizó la técnica documental, mediante una revisión sistemática de artículos y publicaciones de carácter científico, relacionadas con las aplicaciones de la espirulina que den respuesta a la pregunta de investigación: ¿Qué aplicaciones se da a la espirulina en la alimentación, en la salud y la industria?

Para la obtención de información se basó en el diagrama PRISMA, (6) para la búsqueda inicial de artículos científicos en bases de datos como: Scopus, PubMed y Google Académico, mediante la ecuación de búsqueda “spirulina AND uses”, encontrando 51133 artículos.

Criterios de selectividad: para la selección de documentos científicos se definieron criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Artículos con enfoque cuantitativa, cualitativa o mixta.
- El título de documentos que contengan los términos espirulina, aplicaciones, salud, suplemento alimenticio, farmacológico.
- Artículos de acceso libre.
- Artículos en idiomas inglés y español.
- Artículos que se hayan publicado entre los años 2017 y 2022.

Criterios de exclusión

- Documentos que se encontraron en idiomas diferentes a inglés y español.

Según estos criterios, y con la revisión de las palabras clave que contengan en el título se seleccionaron 20 documentos para su análisis, según tres criterios: aplicaciones en el área de la salud, en la alimentación y la industria.

DESARROLLO

Aplicaciones en la salud



En el mundo se han distinguido dos especies diferentes, la *Spirulina platensis* y la *Spirulina máxima*, ambas son utilizadas como complementos alimenticios, con propiedades nutricionales similares y se diferencian por su lugar de origen; la *Spirulina platensis* es del Lago Chad, donde hasta hoy en día se usa para combatir la desnutrición.

En los últimos años se ha incrementado el interés por esta cianobacteria debido a su valor nutricional y su uso como complemento alimenticio para humanos y animales en las diferentes etapas de la vida y estado de salud. Esta alga auxilia a la producción de la acetilcolina, un neurotransmisor que ayuda al adecuado desempeño del sistema nervioso. Antiséptica y antianémica, ayuda además a minimizar colesterol y los triglicéridos, además, ayuda a tener una mejor digestión y crea un ligero impacto laxante (6).

Contiene además proteínas bioactivas que han demostrado actividad para combatir microorganismos como virus, bacterias y hongos, además, de tener efecto anticancerígeno y a disminuir las alergias. Su consumo se ha asociado con algunos efectos benéficos para la salud, los cuales se describen en los siguientes párrafos (7).

Los efectos para combatir virus, bacterias y hongos se han evidenciado con el consumo de espirulina, que además de traer beneficios para el sistema inmunológico, además crea cambios en el microbiota intestinal.

La espirulina tiene antioxidantes en forma de vitamina E, β -carotenos y ficobiliproteínas, los cuales, en patologías crónico-degenerativas como la aterosclerosis ayudan a prevenir la acumulación en sangre de colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteínas de bastante baja densidad (VLDL) y malondialdehído sérico, aumentando los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y moléculas antiaterogénicas. En la obesidad, otro estado crónico de la salud, el mecanismo de acción de la espirulina se ha evidenciado

por el contenido de fenilalanina, un aminoácido sustancial necesario para la composición de la colecistoquinina, hormona que participa en la señalización apetito saciedad con ayuda del sistema nervioso central logran reducir la alimentación, reduciendo de esa manera los niveles de presión alta (4). Disminuye el colesterol y los triglicéridos, debido a que inhibe la absorción de lípidos y ayuda a aumentar el colesterol bueno HDL mantenido así el índice de masa corporal en óptimas condiciones, previniendo o controlando la diabetes porque ayuda a incrementar la sensibilidad de la insulina (8).

En un estudio realizado en la Habana con *La Spirulina platensis*, encontraron varios efectos benéficos, que permiten su uso como coadyuvante en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus. Entre ellos se describen: ser un nutriente con bondades nutraceuticas y funcionales, con potente actividad antioxidante, que incide en un mejor control glucémico y que, además, puede ser útil en el manejo de las posibles complicaciones y comorbilidades que pueden acompañar a la diabetes mellitus (6)

La espirulina al ser rica en magnesio un mineral que ayuda a producir las hormonas que causan bienestar, mejora el humor y la disposición de las personas. La espirulina contiene muchos nutrientes benéficos para la salud, como la ficocianina y antioxidantes que podrían ser beneficiosos para personas con alzheimer y para reducir el deterioro cognitivo que ocurre con la edad, contiene ácidos grasos de omega 3 que actúan como antioxidantes y antiinflamatorios en el organismo reduciendo la inflamación, favoreciendo la hipertrofia, mejora y fortalece el sistema inmune debido a que activa las células inmunitarias, algunos estudios indican que puede ser beneficioso para personas que presentan VIH para ayudar a mejorar su inmunidad (9), combate el tratamiento de la artritis, debido a que aparentemente posee un efecto antiartrítico protegiendo las articulaciones, al contener vitamina A y C disminuye el daño celular evitando el envejecimiento precoz y ayudando a prevenir el cáncer, también podría ejercer un efecto antiviral contra el virus de los herpes simples y la hepatitis C (10).

Varias pruebas y estudios realizados en México muestran como el uso de la espirulina como suplemento alimenticio ha ayudado a mitigar la incidencia de anemia durante el embarazo, la lactancia materna y el envejecimiento; el consumo de espirulina moduló la disminución de glóbulos rojos, glóbulos blancos y linfocitos T- α -naftil esterasa positivos y los valores de hemoglobina, causados por plomo y cromo (11).

En un trabajo realizado en ratas Wistar machos donde se le administró espirulina *platensis* (50 mg/kg/día), se observó la reducción de la peroxidación

lipídica, los niveles de nitrito y los lípidos en plasma y tejidos. Este estudio mostró el efecto protector de antioxidantes en la lesión mediada por el estrés oxidativo causada por especies reactivas de oxígeno producidas en los tejidos miocárdicos diabéticos.

Algunas consideraciones sobre el uso de la espirulina

Se debe tener en cuenta que la espirulina es un alimento, mas no un medicamento, pero si se han realizado medicamentos a base de la espirulina, su consumo es seguro en las dosis correctas y no se han descrito efectos adversos graves. Sin embargo, tienen la posibilidad de manifestarse efectos colaterales, como erupción de la dermis, sed, estreñimiento, interacción con medicamentos alterando su efectividad

Para el consumo de la espirulina es necesario tener algunas consecuencias o precauciones:

- Es posible, aunque infrecuente en personas no acostumbradas a consumir algas pudieran presentar algunas molestias gástricas leves por eso se debe empezar por dosis pequeñas.
- La espirulina no interactúa con los medicamentos convencionales, sin embargo, debido a la capacidad de estimular el sistema inmunológico podría ser prudente evitarla o solo consumirla con el consentimiento del facultativo, cuando la persona padece enfermedades autoinmunes y cuando por esta causa utiliza fármacos que sean administrados para suprimir el sistema inmunológico.
- Esta microalga contiene fenilalanina en su composición, por lo que está contraindicada en personas con fenilcetonuria, si bien su uso no está contraindicado durante el embarazo o lactancia se recomienda precaución, al igual que en niños pequeños preferentemente no indicarla (12).

1. La espirulina como suplemento alimenticio

En la actualidad, la espirulina puede hallarse en diversos productos como barras nutritivas, yogures, espagueti y en bebidas preenvasadas; sin embargo, a lo largo del proceso de preparación de los alimentos las propiedades nutricionales tienen la posibilidad de modificarse.

La Gestión de Alimentos y Medicamentos ha categorizado a la espirulina como producto principalmente conocido como seguro, lo cual asegura su inocuidad para el consumo humano, así mismo, la junta de Profesionales en Información

de Suplementos Dietéticos de la convención de la Farmacopea de USA (10), que garantiza el consumo de los suplementos dietéticos, ha reportado que no existe un peligro para la salud asociado con el consumo de espirulina y ofrece su consumo para diferentes fases de la vida y enfermedades, posibilita consumir hasta 5 gramos de polvo de espirulina en adultos y hasta 2 gramo en chicos; tiene una proporción de proteínas superior a la de otras fuentes, proporcionando un 65 por ciento de éstas al organismo.

Fácil digestión: la espirulina carece de celulosa, lo que hace que sea más fácil de digerir, incluso para las personas con mala absorción intestinal.

Lípidos: los ácidos grasos esenciales ocupan una importante proporción en la composición de la espirulina (13).

Minerales: la espirulina tiene una cantidad relevante de potasio, magnesio, calcio, zinc, manganeso, selenio, hierro y fósforo.

Vitaminas: la espirulina contiene una alta cantidad de vitaminas diversas como por ejemplo la vitamina E y otros elementos que destacan por sus propiedades antioxidantes, betacaroteno y todas las vitaminas del grupo B. Sin embargo, la vitamina B12 que aporta no es biodisponible para humanos, por lo que no sirve para sustituir la suplementación que requieren los veganos y vegetarianos (14).

Pigmentos: posee pigmentos en altas cantidades que podrían tener efectos antioxidantes y antiinflamatorios.

En la actualidad, el interés por el cultivo de espirulina alrededor del mundo ha aumentado, debido a la importancia de esta cianobacteria, como resultado 22 países permanecen produciéndola a enorme escala, en México la producción se ha centrado en la casera y artesanal, aunque recientemente en Colima, Puebla y Veracruz se ha iniciado la producción a más grande escala (15).

En Europa en sectores como la avicultura y la acuicultura, las algas marinas son utilizadas como suplemento alimenticio, en la piscicultura los organismos marinos se crían directamente con algas frescas y en la industria ganadera las algas se utilizan como forraje para la alimentación se debe controlar la adición de yodo, debido a que exceso es perjudicial, además de esto, se debe tener en cuenta que el alto contenido mineral de potasio, sodio y cloro generan trastornos digestivos en los animales (16).

En África se ha determinado que las dietas con espirulina y otros cereales pueden corregir la pérdida de peso en un plazo más corto de tiempo comparado con otros alimentos, favoreciendo la rehabilitación nutrimental de

forma más efectiva que la simple adición de proteínas y energía en la dieta de los niños (17).

Aplicaciones en la industria

En la mayoría de los casos, la espirulina a escala industrial se crea en estanques abiertos en cultivo líquido o sistemas Raceways, sin embargo, la necesidad de disponer de sistemas de cultivo más higiénicos y eficientes ha hecho que cada vez más internacionalmente se diseñen sistemas cerrados de incremento, conocidos como fotobiorreactores (18), si bien, aún no son muchas las organizaciones capaces de usar dichos sistemas a escala industrial debido primordialmente a su elevado coste.

Aunque se debe continuar intentando encontrar formas de mejorar la producción por medio de técnicas convencionales no se debe olvidar que la ingeniería genética, la biología de sistemas y la ingeniería metabólica son herramientas poderosas para contribuir a detectar novedosas maneras racionales de mejorar el proceso. El uso de C-PC combinado con algunas drogas ha dado como resultado ciertos medicamentos, combinación con piroxicam, que es un medicamento antiinflamatorio no esteroideo tradicional, usado contra el reumatismo y la artritis reumatoide, combinado con ácido retinoico all-trans se utiliza para tratar enfermedades de la piel y apoptosis de las células tumorales, combinación con topotecán se utiliza para combatir casi todos los tumores sólidos, combinación con doxorubicina es un antibiótico antitumoral que inhibe la síntesis de ADN y ARN (19).

La espirulina se produce al menos en 22 países: Benín, Brasil, Burkina Faso, Chad, Chile, China, Costa Rica, Costa de Marfil, Cuba, Ecuador, Francia, India, Madagascar, México, Myanmar, Perú, Israel, España, Tailandia, Togo, Estados Unidos y Vietnam; sin embargo, existen países con producción que no han sido tomados en cuenta, es por eso el desconocimiento parcial de la producción de la espirulina y los beneficios que esta conlleva (20).

RESULTADOS

Diagrama PRISMA

Los resultados obtenidos, se demuestran en el diagrama PRISMA desde el inicio de la búsqueda, hasta determinar los documentos elegidos para el análisis.

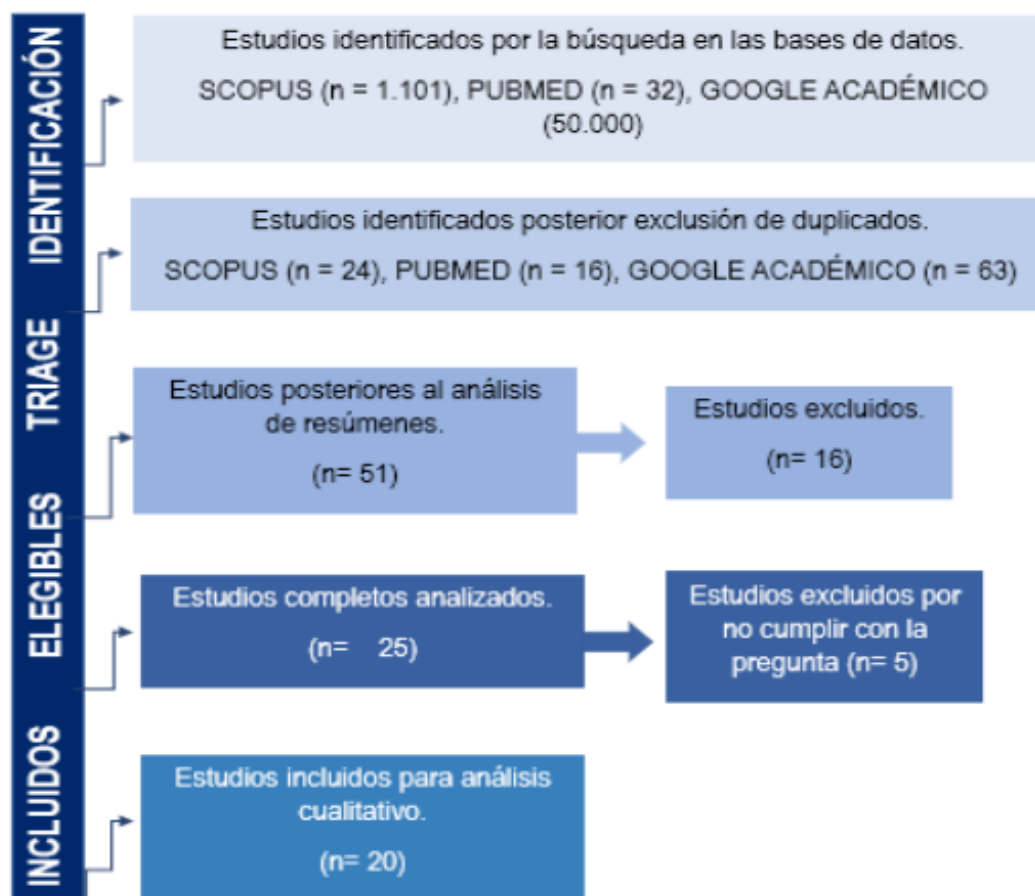


Figure 1. Búsqueda y selección de documentos

En la Tabla 1 se muestran las aplicaciones de la spirtulina en el ámbito de la salud, en la Tabla 2 en la alimentación y en la Tabla 3 en el área de la industria.

Tabla 1 Aplicaciones en la salud		
Título	Autores	Resultados
Agrobiología: Una visión general y sus aplicaciones	Ramirez L.	La espirulina ayuda en la actividad antitumoral, la reducción de la hiperlipidemia, el efecto antidiabético, el efecto antihipertensivo, el modulador del sistema inmune.

El extracto de algas que supera al remdesivir en el bloqueo del virus Covid-19	ABC S.	Las macromoléculas de las algas tienen un potencial antiviral y específico contra el SARS-CoV2.
Efecto de la Spirulina (Arthrospira) máxima sobre daño muscular y composición corporal en boxeadores profesionales.	Castro Zamora AA.	El potencial antioxidante que tiene la Arthrospira un tipo de alga de espirulina, favorece a los deportistas cuando se ocasionan desgastes en las fibras musculares.
Aplicación médica de Spirulina platensis	Qian L, Yinghong H, Ronghua Z, Tiange C, Yu C.	Los efectos farmacológicos de la C-PC junto con la espirulina son de inmunomodulador, antiinflamatorio, eliminación de cataratas, protector cardiovascular, renoprotector, hepatoprotector, neuroprotector.
Efecto de la suplementación con spirulina máxima (Arthrospira, maxima) en la hipertensión arterial: una revisión sistemática	Ferreyros Putnam V, Ponticel Tello KS.	El suplemento de la espirulina en capsulas o tabletas redujo significativamente el nivel de la presión arterial sistólica.
Spirulina en Colombia: una aproximación de su potencial según investigación internacional	Arévalo MR, Orduz SA, Quitian WT, Martínez C.	En Colombia la producción de las algas marinas está en auge tal es el caso de la espirulina tiene un potencial nutracéutico grande, compuestos antioxidantes y antimicrobianos.

Tabla 1 Aplicaciones en la alimentación

Título	Autores	Resultados
Halterofilia	Paper	La espirulina como suplemento máximo nutricional natural orgánica sin aditivos químicos para los deportistas con mayor esfuerzo físico corporal.
Plan de negocio de cereal de espirulina para fortalecer el sistema inmunológico de los habitantes del distrito de La Molina en tiempo de Covid. 2022	Llacctahuaman Pillaca SR, Martinez Calixtro EJ, Medina Huaranga CO, Mostacero Manayay VN	Cereal a base de espirulina ayuda a fortalecer el sistema inmunológico de las personas en tiempo de COVID.
“Elaboración y evaluación de un producto instantáneo a base de la mezcla de harina de cebada y espirulina en niños menores de diez años.	Malaga Rosas I	Fuente de proteína en la recuperación nutricional, la harina de espirulina contiene un 65.16% de proteínas con un 95% de buena digestibilidad a diferencia de la harina de cebada que contiene 12.5% de proteína.
Espirulina un suplemento alimenticio como posible alternativa en el control de peso.	Guillen-Martín del Campo JA, Calvillo-Femat A, Mosqueda-Esparza JI, Rodríguez-Hernández AI, Jaramillo-González F	El programa de alimentación PDP utiliza la espirulina como coadyuvante potencial para la supresión de apetito y antioxidante inmunodulador con buenos resultados.
Tostadas en base a espirulina	Atoche Valdiviezo DA, Coronel Damiano KA, Montedoro Velasquez AA, Villavicencio	Tostadas en base de espirulina con sabor a fresa, naranja y miel con el fin de ser un alimento llamativo y nutricional.

	Principe EH.	
Tostadas en base a espirulina	Atoche Valdiviezo DA, Coronel Damiano KA, Montedoro Velasquez AA, Villavicencio Principe EH.	Construcción de una empresa con el nombre de BIO HELADERIA con el objetivo de mejorar la calidad de vida de ellos clientes e incentivar al consumo de productos saludables.
Fortificación proteica del licor de cacao utilizando espirulina	Alberto A, Dueñas Rivadeneira A, Fernando E, Vera E, Mercedes E, Sabando P, et al	Fortificación proteica del licor de cacao utilizando espirulina en la elaboración de chocolate.

Tabla 2 Aplicaciones en la industria

Título	Autores	Resultados
Protocol for the maintenance of strains and escalation in the production of microalgae of industrial interest	Cárdenas I, Machuca-Martinez F, García-Martinez J.	La producción de microalgas se puede cultivar bajo periodos cortos de luz en caja Petri obteniendo un mayor rendimiento y menos costos adicionales por iluminación artificial.
Aplicación médica de Spirulina platensis Derivado de C-Ficocianina	Qian L, Yinghong H, Ronghua Z, Tiange C, Yu C.	C-PC es un polvo de color azul intenso obtenido a partir de algas marinas. C-PC no es solo un tipo de proteína, sino también un excelente pigmento comestible natural, aditivo alimentario y cosmético.
Determinación de perfil de aminoácidos y fitoquímicos de Spirulina platensis usando suero lacteo	Herrera Peralta C, Cantú Lozano D, Medina Meza IG.	Al analizar la composición química de aminoácidos, proteínas, cenizas, producción de biomasa, clorofila a y b, carotenoides, actividad antioxidante, flavonoles, los

como fuente de carbono		beneficios aumentan por las condiciones de cultivo.
Espirulina (Arthrospira Platensis) Una Revisión de la Composición Química, beneficios en la Salud y Uso en la Industria Alimentaria	Olivares Mendez GL, Castillo Cisneros DA.	La industria no ha dejado de fabricar ni detallar los beneficios de la espirulina, como hipolipemiantes, antimicrobianos, homeostáticos en algunos casos anticancerígenos.
Producción de ficocianina a partir de Spirulina maxima en biorreactor PBR tubular para la industria de alimentos	Tolosa Martínez GC.	El estudio de microalgas se ha dado con el fin de producir compuestos que son de interés en las grandes industrias como alimentarias, farmacológicas, cosméticas, acuícolas y el uso en la producción de biodiesel.
Biosorción de cromo de efluentes de la industria textil mediante el uso de microalgas en la ciudad de Arequipa	Sumalave Cutire CL.	La producción de microalgas espirulina platensis y Chlorella vulgaris han ido aumentando debido al potencial de bioadsorción para empresas textiles que contiene cromo.
Modelamiento matemático para la optimización de los factores que influyen en la producción de biomasa de spirulina (Arthrospira platensis) como una alternativa de mitigación de la contaminación del aire por fijación de CO2 atmosférico	Huaman JI.	Instauración de un modelo matemático para la optimización de factores que influyen en la producción de biomasa de espirulina como una alternativa de mitigación de la contaminación del aire por fijación de CO2 atmosférico.

DISCUSIÓN

La espirulina en el ámbito de la salud ha demostrado ser de gran utilidad, combatiendo los problemas cardiovasculares, dislipidemias, es un antioxidante que ayuda a la regeneración de las fibras musculares en deportistas, mejora el sistema inmunológico. Según un estudio realizado en Cuba en el año 2022, estas algas marinas tienen un potencial antiviral y es específico contra el virus SARS-CoV2. En China la revista BINMEI también señala a la espirulina como un protector cardiovascular y relaciona gran mejora de los problemas cardiovasculares con la ingesta de este tipo de alga marina.

La revista agropecuaria y agroindustrial de Colombia en el año 2018 señala un auge en la producción de algas marinas como la espirulina debido al gran potencial nutricional, antioxidante y antimicrobiano que estas tienen, siendo de gran éxito al mejorar la salud de los pacientes. De la misma manera, en España realizaron un estudio, administraron espirulina a pacientes con enfermedades cardiovasculares, obteniendo como resultados mejoras sustanciales.

En Chile en el año 2017 se realizó un estudio a deportistas con mayor esfuerzo físico corporal, tras la ingesta de espirulina en sus entrenamientos fueron viendo los resultados nutricionales en su cuerpo, de manera natural sin ninguna clase de aditivos químicos, iban mejorando su rendimiento físico por lo que consideraron al alga marina como un suplemento máximo nutricional.

En un trabajo de investigación realizado por la Universidad Científica del Sur de Perú, elaboraron un cereal a base de espirulina en tiempos de COVID con el fin de ayudar a fortalecer el sistema inmunológico de las personas, teniendo resultados positivos, en otro estudio en el mismo país se hicieron comparaciones entre la harina a base de cebada y la harina a base de espirulina, arrojando unos resultados de fuente nutricional mayor en la harina a base de espirulina con un 65.16% y un 95% de digestibilidad a diferencia de la otra harina que solo tiene un aporte nutricional del 12.5%, la táctica utilizada en este país para que sus habitantes consuman espirulina y que sea apetecible para todas las edades, ha sido, implementar espirulina en productos comestibles como helados de diferentes sabores y tostadas.

En Ecuador en la Universidad Técnica de Manabí en el año 2018 se realizó un estudio de licor a base de espirulina para la obtención de chocolate comestible con el fin de incrementar el nivel de proteínas.

La producción de las microalgas ha sido de gran importancia a nivel industrial, en Colombia realizan producciones de espirulina en cajas Petri, debido a los

bajos gastos económicos, pese al utilizar luz artificial han obtenido un mayor rendimiento en la producción de espirulina.

En China, un laboratorio BINMEI utiliza el polvo de color azul obtenida de la espirulina como un pigmento natural, un aditivo alimentario y cosmético, siendo un tipo de proteína que no causa daños tóxicos.

El Instituto Tecnológico de Orizaba de México en el 2019, analizaron la composición química de la espirulina como los aminoácidos, proteínas, producción de biomasa, clorofila a y b, carotenoides, actividad antioxidante, llegando a la conclusión de que los beneficios aumentan por las condiciones de cultivo, en este caso utilizaron suero lácteo.

En Perú, en la industria alimentaria analizaron los principales componentes de la espirulina como es la presencia de la vitamina B12, lactosa, metabolitos secundarios, ficocianina; siendo todos beneficiosos en la salud, al tener efectos hipolipemiantes, antimicrobianos, anticancerígenos y homeostáticos. La mejor manera de incorporar estos productos ha sido de panadería, bebidas, snacks. En otra investigación, en la Universidad César Vallejo de Perú, realizaron un estudio sobre la producción del alga de clase platensis y *Chorella vulgaris*, las cuales han tenido una gran acogida debido al potencial de bioadsorción para las empresas textiles que contienen cromo en sus desechos, siendo este un contaminante del medio ambiente. Es por ello que también se la considera a la espirulina como una alternativa de mitigación de la contaminación del aire por fijación de CO₂ atmosférico.

CONCLUSIONES

La espirulina en el ámbito de la salud ha demostrado ser de gran utilidad debido a sus componentes, ha disminuido la actividad antitumoral, en pacientes con hipertensión ha logrado disminuir los niveles de tensión arterial de manera gradual, se la considera un modular del sistema inmunológico por tal motivo fue muy utilizado para combatir el virus del SARS-COV2.

Los deportistas son muy beneficiados al consumir esta alga marina en suplementos medicinales, esta tiene un potencial antioxidante que ayuda a la renovación de las fibras musculares cuando existe un desgaste o lesiones, actúan como antiinflamatorios.

Las macromoléculas de estas algas han sido utilizadas para elaborar medicina contra las cataratas, como protector cardiovascular, renoprotector, hepatoprotector, el consumo de estas capsulas o tabletas a base de espirulina se han ido incrementando en el mundo de la farmacología.

A nivel nutricional se ha logrado implementar los nutrientes de esta alga en productos alimenticios con el fin de llamar la atención de las personas, se inicio formando harinas como suplemento nutricional y se han utilizado en niños de bajo peso o propensos a contraer anemia, en pacientes con un índice de masa corporal desequilibrado se ha logrado establecer su peso ideal con buenos resultados.

Se fabricaron unas tostadas a base de la espirulina con diferentes sabores como fresa y naranja los cuales han dado un gran resultado al ser muy adquirida por la población, se han realizado helados de diferentes sabores a base de espirulina con el mismo objetivo que es el que la población los puede adquirir mejorando al mismo tiempo la condición de su sistema inmunológico.

A nivel industrial las algas han sido parte de un gran proyecto tal es el caso que las cultivan bajo condiciones especiales para un mayor rendimiento de la alga marina. Los diferentes experimentos realizados en esta alga han dado beneficios también se ha logrado sacar pigmentos comestibles naturales, es decir los beneficios han ido aumentando por las condiciones de cultivo.

Estudiar estas microalgas ha generado mucho interés en las grandes industrias al producir compuestos de fines alimentarios, nutricionales, farmacológicos, cosméticos, textiles.

La instauración de un modelo matemático para la optimización de los factores que influyen en la contaminación de aire por fijación de CO₂ ha detonado la producción de biomasa a partir de la espirulina.

RECOMENDACIONES

Al utilizar la microalga espirulina con fines de experimentación se recomienda no abusar de los nutrientes o moléculas porque también pueden llevar a una intoxicación. La espirulina está entrando en el mundo industrial, farmacológico, textil, nutricional gradualmente por lo que está sometido a experimentaciones y estudios constantes.

Es vital usar el equipo y personal adecuado y capacitado para este tipo de experimentaciones que conllevan a una gran variedad de beneficios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UAM. Boletines UAM [Internet]. boletines UAM. 2021 [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.comunicacionsocial.uam.mx/boletinesuam/079-21.html>
2. Castro A, Borbon N, Simental J, Gomez E. Consumo de Spirulina spp. (Arthrospira) como una alternativa en la nutrición humana. Una Revisión bibliográfica | Revista de Investigación Académica Sin Frontera: División de Ciencias Económicas y Sociales [Internet]. Revista de Investigacion Academica sin frontera. [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://revistainvestigacionacademicasinfrontera.unison.mx/index.php/RDIASF/article/view/159>
3. Hernández Rodríguez J. Espirulina como producto natural con potencialidades para su empleo en pacientes con diabetes mellitus. Rev Cuba Endocrinol [Internet]. abril de 2021 [citado 5 de diciembre de 2022];32(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-29532021000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=en
4. ABC S. El extracto de algas que supera al remdesivir en el bloqueo del virus Covid-19 [Internet]. [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-extracto-algas-supera-remdesivir-bloqueo-virus-covid-19-202007281330_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fsalud%2Fenfermedades%2Fabci-extracto-algas-supera-remdesivir-bloqueo-virus-covid-19-202007281330_noticia.html
5. Malpartida R, Aldana L, Sanchez K, Gomez L. View of Nutritional value and bioactive compounds of spirulina: Potential food supplement [Internet]. Articulo de investigacion. [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/view/133/345>
6. Chamorro G, Salazar M, Gomes de Lima Araújo K, Pereira dos Santos C, Ceballos G, Fabila Castillo L. Actualización en la farmacología de Spirulina (Arthrospira), un alimento no convencional. Arch Latinoam Nutr [Internet]. septiembre de 2002 [citado 5 de diciembre de 2022];52(3):232-40. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06222002000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

7. Zeinalian R, Farhangi MA, Shariat A, Saghafi-Asl M. The effects of Spirulina Platensis on anthropometric indices, appetite, lipid profile and serum vascular endothelial growth factor (VEGF) in obese individuals: a randomized double blinded placebo controlled trial. BMC Complement Altern Med [Internet]. diciembre de 2017 [citado 5 de diciembre de 2022];17(1):225. Disponible en: <http://bmccomplementalternmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-017-1670-y>
8. García-Ishimine R, Rodríguez-Vega JL, Mejía-Pinedo D. Efecto hepatoprotector, antioxidante y anticancerígeno de la espirulina. Rev Habanera Cienc Médicas [Internet]. 16 de noviembre de 2020 [citado 5 de diciembre de 2022];19(6):2960. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2960>
9. Vilas MVA, Sertucha M del CB, García TH. Nutrición y VIH/SIDA: cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Rev Investig Educ En Cienc Salud RIECS [Internet]. 30 de noviembre de 2020 [citado 5 de diciembre de 2022];5(2):19-34. Disponible en: <https://riecs.es/index.php/riecs/article/view/223>
10. Vega CAS, Guerra RES. Efectos benéficos para la salud asociados al consumo de espirulina. Rev Univ Potos [Internet]. [citado 5 de diciembre de 2022];(261):6-6. Disponible en: <https://leka.uaslp.mx/index.php/universitarios-potosinos/article/view/136>
11. Herrera Peralta C, Cantú Lozano D, Medina Meza IG. Determinación de perfil de aminoácidos y fitoquímicos de Spirulina platensis usando suero lacteo como fuente de carbono [Internet] [Thesis]. 2019 [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/handle/123456789/331>
12. Díaz T, Patricia M. La espirulina una oportunidad como alimento funcional. 2018 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/8816>
13. Ramírez L. Agrobiología: Una visión general y sus aplicaciones [Internet]. Merida Publishers. 2020. Disponible en: <https://www.meridapublishers.com/wp-content/uploads/2020/06/AGROBIOLOGIA-LIBRO.pdf#page=56>
14. Gomez AC, Callata MA, Teodoro HC, Alarcón BE, Julca JP, Menacho LMP. Cushuro (Nostoc sphaericum): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales.

Agroindustrial Sci [Internet]. 2021 [citado 5 de diciembre de 2022];11(2 (mayo-agosto)):231-8. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8085154>

15. Cruz Woo G. Manual para el cultivo artesanal de espirulina (*Arthrospira* spp.) en San Salvador Atenco, México. 2022 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26746>

16. Portugués Solano BP. Bioprospección de la diatomea *Nanofrustulum Shiloi* (Bacillariophyceae) nativa del noroeste de Baja California Sur, México, para su uso como alimento alternativo en sistemas acuícolas. 2020 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en:
<https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18857>

17. Y RM, F LA, S KS, H LG, P JL. El valor nutricional y compuestos bioactivos de la Espirulina: Potencial suplemento alimenticio. Ecuadorian Sci J [Internet]. 31 de marzo de 2022 [citado 5 de diciembre de 2022];6(1):42-51. Disponible en: <https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/view/133>

18. Jácome-Pilco C, Ballesteros C, Rea E, Cayambe LMR. Microalgas en el tratamiento de aguas residuales generadas en industrias de curtiembres. Cienc Tecnol [Internet]. 31 de diciembre de 2021 [citado 5 de diciembre de 2022];14(2):47-55. Disponible en:
<https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/502>

19. Gandía Almorox R. Efectos citotóxicos sobre células tumorales de la Ficocianina extraída de microalgas [Internet]. Madrid: E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM); 2021 [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://oa.upm.es/68990/>

20. Ikeda IK. Avaliação do extrato fermentado e bioativo da biomassa de *Spirulina platensis* como potencial prebiótico cutâneo [Internet] [masterThesis]. Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2021 [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/26158>

21. Castro Zamora AA. Efecto de la *Spirulina* (*Arthrospira*) máxima sobre daño muscular y composición corporal en boxeadores profesionales. [Internet] [phd]. Universidad Autónoma de Nuevo León; 2018 [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/16020/>

22. Qian L, Yinghong H, Ronghua Z, Tiange C, Yu C. Aplicación médica de *Spirulina platensis* Derivado de C-Ficocianina - Conocimiento - Zhejiang Binmei Biotechnology Co., Ltd [Internet]. Zhejiang Binmei Biotecnología Co., Ltd.

[citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://www.binmeibio-es.com/info/medical-application-of-spirulina-platensis-der-23882354.html>

23. Ferreyros Putnam V, Ponticel Tello KS. Efecto de la suplementación con spirulina maxima (*Arthrospira, maxima*) en la hipertensión arterial: una revisión sistemática exploratoria. Univ Peru Cienc Apl UPC [Internet]. 22 de abril de 2022 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/660453>

24. Arévalo MR, Orduz SA, Quitian WT, Martínez C. SPIRULINA EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN DE SU POTENCIAL SEGÚN INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL. Rev Agropecu Agroindustrial Angostura [Internet]. 12 de diciembre de 2018 [citado 5 de diciembre de 2022];5(1). Disponible en: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/4750>

25. Paper-Halterofilia.pdf [Internet]. [citado 5 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.spirulina.com.bo/wp-content/uploads/2017/06/Paper-Halterofilia.pdf>

26. Llacctahuaman Pillaca SR, Martinez Calixtro EJ, Medina Huaranga CO, Mostacero Manayay VN. Plan de negocio de cereal de espirulina para fortalecer el sistema inmunológico de los habitantes del distrito de La Molina en tiempo de Covid. 2022 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/2503>

27. Malaga Rosas I. “Elaboración y evaluación de un producto instantáneo a base de la mezcla de harina de cebada y espirulina en niños menores de diez años”. Arequipa, 2017. Univ Nac San Agustín Arequipa [Internet]. 2018 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5851>

28. Guillen-Martín del Campo JA, Calvillo-Femat A, Mosqueda-Esparza JI, Rodríguez-Hernández AI, Jaramillo-González F. Espirulina un suplemento alimenticio como posible alternativa en el control de peso. Un estudio con ratas Wistar. J Selva Andina Res Soc [Internet]. 2020 [citado 5 de diciembre de 2022];11(1):49-56. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2072-92942020000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

29. Atoche Valdiviezo DA, Coronel Damiano KA, Montedoro Velasquez AA, Villavicencio Principe EH. Tostadas en base a espirulina. 2020 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/10156>

30. Alberto A, Dueñas Rivadeneira A, Fernando E, Vera E, Mercedes E, Sabando P, et al. Fortificación proteica del licor de cacao utilizando espirulina (*Spirulina platensis*) en la elaboración de chocolate Proteic enrichment of cocoa liquor employing espirulina (*Spirulina platensis*) in the chocolate production. 1 de enero de 2018;22-7.
31. Cárdenas I, Machuca-Martinez F, García-Martinez J. Protocol for the maintenance of strains and escalation in the production of microalgae of industrial interest. *Ing Compet* [Internet]. 2 de enero de 2021 [citado 5 de diciembre de 2022];23(1 (2021)):1-9. Disponible en: <http://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/329>
32. Olivares Mendez GL, Castillo Cisneros DA. Espirulina (*Arthrospira Platensis*) Una Revisión de la Composición Química, Beneficios en la Salud y Uso en la Industria Alimentaria. *Univ Nac Front* [Internet]. 3 de junio de 2022 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.unf.edu.pe//handle/UNF/152>
33. Toloza Martínez GC. Producción de ficocianina a partir de *Spirulina maxima* en biorreactor PBR tubular para la industria de alimentos. 22 de enero de 2019 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/9a746b28-5ab7-4814-ad9e-47f160fc5236>
34. Sumalave Cutire CL. Biosorción de cromo de efluentes de la industria textil mediante el uso de microalgas en la ciudad de Arequipa - 2022. *Repos Inst - UCV* [Internet]. 2022 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91695>
35. Huaman JI. Modelamiento matemático para la optimización de los factores que influyen en la producción de biomasa de *spirulina* (*Arthrospira platensis*) como una alternativa de mitigación de la contaminación del aire por fijación de CO₂ atmosférico. *Univ Nac San Agustín Arequipa* [Internet]. 2021 [citado 5 de diciembre de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12720>